



**Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculté
des Sciences et Techniques**



Projet de Fin d'Etudes

**Licence Sciences & Techniques
Biotechnologie et Valorisation des Phyto-Ressources**

Croissance et développement de la fève en intercalaire dans une oliveraie

Présenté par : OUHSSAIN Ali

Encadré par :

- Pr. RACHIQ Saâd FST, Fès
- Dr. DAOUI Khalid INRA, Meknès
- Mme. AMASSAGHROU Asmae ONCA, Taza

Soutenu le : 07 / 06 / 2017

Devant le jury composé de :

- Pr. RACHIQ Saâd FST, Fès
- Pr. AL FIGUIGUI Jamila FST, Fès
- Dr. DAOUI Khalid INRA, Meknès

**Année universitaire
2016/2017**

Dédicace

*Je dédie ce travail à mes très chers parents
Je tiens à souligner le grand sentiment que je porte
envers eux, en reconnaissance de tous les sacrifices
consentis par tous pour me
permettre d'atteindre cette étape de ma vie
avec toute ma tendresse*

À mes sœurs et Frères

À mes amies et collègues d'auditoire

À tous Les étudiants de la faculté

Des sciences et techniques de Fès

Remerciement

Au terme de ce travail, je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements les plus sincères à M. DAOUI Khalid, Docteur chercheur à l'INRA du Maroc pour son encadrement au cours duquel j'ai beaucoup bénéficié et enrichi ma formation grâce à ses riches conseils et précisions sur le sujet.

Je tiens également à exprimer ma gratitude et remercier M. RACHIQ Saâd, professeur à la Faculté des Sciences et des Techniques de Fès, pour ses conseils, corrections et orientations au cours de son encadrement.

Ma plus grande reconnaissance va à M. FATEMI Zain El Abidine, chercheur à l'INRA du Maroc pour ses précieuses informations qu'il m'a à chaque fois données pour faciliter la compréhension du sujet. Qu'il trouve dans ses mots l'expression de mon profond respect. Je remercie vivement Mme. AL FIGUIGUI Jamila, professeur à la Faculté des Sciences et des Techniques de Fès pour avoir accepté de lire et juger ce travail.

Je ne saurai oublier d'adresser mes vifs remerciements à tout le personnel œuvrant dans le domaine expérimental de Douyet plus particulièrement à M. TAYEBI Abdelaziz.

Je remercie également Mme. AMASSAGHROU Asmae pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées durant ce stage, et dans la rédaction de ce rapport.

Liste des figures :

Figure 1 : Planche d'illustration des différentes parties de *Olea europaea*.

Figure 2 : Planche d'illustration des différentes parties de *Vicia faba L.*

Figure 3 : Utilisation des terres du domaine de Douyet.

Figure 4 : Variations des températures et de la pluviométrie au niveau de la station météorologique de Douyet pour la campagne 2016/2017.

Figure 5 : Dispositif expérimentale du système de culture en intercalaire (olivier-fève) orienté Est-Ouest.

Figure 6 : Variation de la température foliaire de la fève en fonction de la distance entre arbre ligne de culture dans deux dates différentes.

Figure 7 : Hauteurs moyenne des plantes (cm) au stade floraison.

Figure 8 : Hauteur moyenne des plantes (cm) au stade formation des gousses.

Figure 9 : Hauteur moyenne des plantes (cm) au stade maturité.

Figure 10 : Variation de la hauteur moyenne des plantes (cm) en fonction des stades végétatifs.

Figure 11 : Variation de nombre de tiges par plante dans la culture intercalaire et la culture pure.

Figure 12 : Nombre moyen des gousses et des graines en fonction de la distance arbre-ligne de semis en comparaison avec la culture pure.

Figure 13 : Poids total de la biomasse en (g) dans la culture intercalaire en fonction de la distance arbre-ligne de semis (m).

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Répartition géographique et la Superficie des cultures en (ha) au Maroc

Tableau 2 : Itinéraire technique du domaine expérimental de Douyet

Tableau 3 : Paramètres observés sur la culture intercalaire et la culture pure

Liste des abréviations :

SAF : Système agroforestier

CI : Culture intercalaire

CP : Culture pure

SCI : Système de culture intercalaire

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

CRRA : Centre Régional de Recherche Agronomique

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

MADRPM : Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rurales et des Eaux et Forêts

MAPM : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime

PIB : Produit intérieur brut

SAU : Superficie agricole utilisée

BAC : Bloc aléatoire complet

Sommaire :

PRESENTATION DU LIEU DE STAGE	1
❖ INTRODUCTION GENERALE	2
➤ Objectif du travail.....	2
❖ REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Evolution de l'agroforesterie (olivier – cultures intercalaires) au Maroc	3
II. Diversité des systèmes agroforestiers au Maroc	4
1. systèmes sylvopastoraux.....	4
2. systèmes agrosylvopastoraux et agrosylvopastoraux.....	4
III. Avantages et inconvénients des systèmes agroforestiers	4
1. Avantages des systèmes agroforestiers.....	4
2. Inconvénients des systèmes agroforestiers.....	5
IV. Interactions entre composants d'un système agroforesterie	5
1. Influence des cultures intercalaires sur la croissance des arbres.....	5
2. Impact des arbres sur la productivité des cultures intercalaires.....	5
i. Interactions aériennes.....	5
ii. Interactions souterraines.....	6
V. Olivier	6
1. Taxonomie de l'olivier.....	6
2. Olivier au Maroc.....	7
3. Localisation de l'olivier au Maroc.....	7
4. Mode de vie de l'olivier	8
VI. La Fève	8
1. Taxonomie de la fève	8
2. fève au Maroc.....	9
3. production et rendement de la fève au Maroc.....	9
4. Intérêt écologique de la fève	9
❖ MATERIEL ET METHODES	
I. Localisation et utilisation des terres du domaine de Douyet	10
1. Localisation des essais expérimentaux.....	10
2. Conditions climatiques climatique du domaine expérimental de Douyet.....	10
3. Régime pluviométrique et Thermique.....	11
4. Itinéraire technique.....	12

II.	Modalités d'expérimentation.....	12
1.	Matériel végétal.....	12
2.	Matériels utilisés.....	12
3.	Protocole expérimentale.....	12
4.	Dispositif expérimental.....	13
III.	Mesures et observations.....	14

❖ **RESULTATS ET DISCUSSION**

1.	Température foliaire de la fève en fonction de la distance arbre-ligne de semis.....	15
2.	Hauteur moyenne des plantes dans différent stade végétatifs.....	16
3.	Variation de la hauteur moyenne des plantes au cours du temps.....	18
4.	Nombre de tiges par plante en fonction de la distance : arbre-ligne de semis.....	19
5.	Nombre moyen des gousses et des graines dans la culture intercalaire.....	20
6.	Poids total de la biomasse dans la culture intercalaire.....	21

❖ **CONCLUSION**..... **22**

❖ **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**..... **23**

Présentation De l'Institut National de la Recherche Agronomique

L'Institut National de la Recherche Agronomique "INRA" a pour mission d'entreprendre les recherches pour le développement agricole. C'est un établissement public dont les origines remontent à 1914 avec la création des premiers services de recherche agricole officiel. Il a connu dernièrement une réorganisation structurelle visant la modernisation de son processus de gestion.

L'INRA opère à travers dix centres régionaux de la recherche agronomique et 23 domaines expérimentaux répartis sur le territoire national et couvrant les divers agro systèmes du pays.

Les projets de recherche de l'INRA sont définis avec la participation des partenaires, des clients et des prescripteurs régionaux. Ils sont menés au sein de trente unités de recherche hébergés par les Centres Régionaux. Ils sont encadrés à l'échelle centrale par dix départements scientifiques à vocation disciplinaire.

Pour accomplir sa mission et être au diapason de l'actualité scientifique, l'INRA entretient des relations de partenariats avec des organisations nationales et internationales, les structures de développement, le secteur privé et les Organisations Non Gouvernementales.

L'agroforesterie est un sujet très complexe, pendant des siècles, elle a été artistiquement pratiquée tout au long du monde. Au Maroc, cette pratique est dominante en zones de montagne et dans les oasis où les agriculteurs cherchent à maximiser au mieux la rentabilité de leurs terrains agricoles (Daoui ; 2014). Les systèmes agroforesteries (SAF) sont efficaces en termes d'utilisation des ressources (Nair;1993) et sont donc proposés comme des systèmes de production agricole innovants qui peuvent être à la fois bénéfique pour l'environnement et économiquement profitable. Pour cela des recherches et travaux à l'échelle mondiale et nationale sont faites pour améliorer la durabilité agricole, diversifier les revenus agricoles et de créer de nouveaux paysages de grande valeur.

Au Maroc les systèmes agroforesteries (SAF) sont basés sur l'olivier et les cultures annuelles depuis plusieurs siècles. Des études diagnostiques faites au Maroc ont révélés qu'environ 75% des plantations d'oliviers sont associées à des cultures annuelles, en particulier, les légumineuses alimentaires comme la fève, le pois chiche, les pois et la lentille...etc. (Daoui et al ; 2012). Dans ces systèmes, les arbres sont plantés en rangées largement espacées, ce qui permet la poursuite des activités agricoles intercalaires, tout en bénéficiant des produits sylvicoles (Rivest et al ; 2010).

➤ **Objectif du travail :**

Dans ce modeste travail nous avons essayé de déterminer l'impact de ces systèmes de culture intercalaires (SCI) en particulier l'association Olivier-légumineuse (fève) sur le microclimat (lumière, température), et sur le rendement des cultures de la fève en comparaison avec la culture pure. Nous avons essayé de comprendre les interactions interspécifiques qui peuvent caractériser l'association olivier-culture annuelles (fève).

Pour cela nous avons :

- ✚ Evaluer la productivité de la Fève dans l'association Olivier-fève.
- ✚ Déterminer l'étendue de la zone d'interaction olivier-fève afin de rendre cette association plus rentable.

I. Evolution de l'agroforesterie (olivier – cultures intercalaires) au Maroc.

Bien que l'agroforesterie soit traditionnellement pratiquée au Maroc, peu de recherches scientifiques à l'échelle nationale s'y sont intéressées. A l'échelle internationale, ce sujet est entouré d'un grand intérêt notamment pour les nombreux avantages que l'agroforesterie assure dont la promotion de la biodiversité, la diversification des productions, le contrôle de l'érosion, la valorisation des intrants, la séquestration du carbone, etc. (*Daoui ; 2014*).

Une équipe multidisciplinaire de chercheurs s'est penchée à l'INRA Meknès sur la problématique de l'optimisation des cultures intercalaires(CI) dans les oliveraies en pente (céréales, légumineuses, plantes aromatiques et médicinales...). Les activités de recherche ainsi conduites dans différentes zones (Ouazzane, Taounate, Taza, Khénifra, Sefrou et en station expérimentale) visent :

- La détermination des conditions pédoclimatiques et pratiques où l'association olivier – CI est opportune.
- L'évaluation du comportement de différentes espèces conduites en intercalaire dans les oliveraies.
- L'évaluation de l'impact des strates herbacées sur la strate arborée.
- L'optimisation du train technique pour une gestion efficiente du système (Olivier – CI).
- L'optimisation de l'occupation spatio-temporelle des cultures annuelles dans les oliveraies pour une meilleure productivité du système.

Les premiers résultats indiquent que dans les périmètres étudiés et qui sont dédiés à la réhabilitation, la pratique des CI dans les oliveraies concernent en moyenne 75% des exploitations. Les 25% restant représenteraient les exploitations où la culture des allées est impossible soit à cause de la forte pente de l'oliveraie soit que celle-ci est âgées et que par conséquent les allées sont trop ombragées ; conditions qui rendent la pratique des cultures annuelles difficiles alors que le pâturage demeure non exclu.

La pratique des légumineuses dans ce contexte s'avère donc être une option fort intéressante pour la réussite de la reconversion. C'est aussi une réelle opportunité d'extension des superficies limitées dédiées à ces spéculations, variant actuellement entre 400 et 500 000 ha, sur la voie du million d'ha visés (*Khalid Daoui ; 2014*).

II. Diversité des systèmes agroforestiers (SAF) Au Maroc

Les SAF au Maroc sont très divers selon les zones géographiques. Le climat, le substrat, la morphologie des terres et l'histoire de l'occupation des paysages par l'homme déterminent leur nature et leur structure.

Les principaux types des systèmes agroforestiers répondus au Maroc sont :

1. Systèmes sylvopastoraux : Ils correspondent essentiellement à des forêts ou matorrals de chênes verts, de chênes lièges, de cèdres, d'arganiers qui sont pâturés d'une manière extensive par les troupeaux des usagers de ces espaces. Ces systèmes occupent les espaces forestiers du Rif, Moyen Atlas, Haut Atlas et Sur les versants sud du Haut Atlas donnant sur la vallée de Souss, l'arganier constitue l'élément de base d'un système agrosylvopastoral traditionnel (*Éric ROOSE et al .IRD édition ; 2010*).

2. Systèmes agrosylvopastoraux : Ils correspondent essentiellement à des parcelles agricoles, cultivées et plantées avec des arbres fruitiers (olivier, amandier, figuier, vigne, etc.). Dans le Rif occidental, les arbres les plus utilisés sur les parcelles cultivées sont l'olivier, le figuier, le prunier, le poirier et l'abricotier.

Dans le Haut Atlas, on note une dominance de l'amandier sur les versants semi-arides et arides, de l'olivier sur les versants subhumides.

Sur les versants nord et ouest de l'Anti-Atlas, des versants entiers sont aménagés en terrasses anciennes cultivées surtout en céréales est plantées en amandier, l'arganier est associé à des cultures extensives de céréales (orge, blé dur) (*Éric ROOSE et al ; 2010*).

III. Avantages et inconvénients des systèmes agroforestiers

1. Avantages des systèmes agroforestiers

Les différentes pratiques agroforestières ont en commun plusieurs avantages notamment l'augmentation potentielle des rendements (ex. : création d'un microclimat par l'effet brise-vent, amélioration de la qualité du sol), et la diversification des revenus issus de la récolte possible de petits fruits et de produits forestiers ou de la vente de biomasse. (*De Baets et al; 2007*).

2. Inconvénients des systèmes agroforestiers

Les SAF présentent aussi des inconvénients pour les producteurs dans différentes échelles : La compétition avec la culture pour l'eau, la lumière et les éléments nutritifs, les coûts engendrés par l'implantation et l'entretien des arbres et culture, nécessaires à l'efficacité des pratiques. (*De Baets et al; 2007*).

IV. Interactions entre les composants d'un système agroforestier

Dans les SAF, les arbres et les cultures ont un impact les uns sur les autres. Il est donc nécessaire de piloter l'association de façon à optimiser leurs interactions positives tout en minimisant leurs interactions négatives.

1. Influence des cultures intercalaires sur la croissance des arbres

Diverses hypothèses ont été avancées pour expliquer la croissance plus rapide des arbres associés à des SCI. Selon *Dupraz et al. (1999a)*, les arbres pourraient notamment tirer parti de la fertilisation azotée dévolue aux cultures, soit en récupérant l'azote en profondeur après sa lixiviation, soit en prélevant la proportion appliquée directement dans la bande non cultivée.

D'autres études, par exemple celle de *Powell et Bork (2004)* ont montré une diminution de la vitesse de croissance des arbres en présence des cultures en intercalaires, un tel impact pourrait être dû principalement à la concurrence pour l'eau exercée par les cultures.

2. Impact des arbres sur la productivité des cultures intercalaires

L'influence des arbres sur la productivité des plantes agricoles est généralement négligeable (*Dupraz et al. 1999 ; Gakis et al. 2004*) et peut même lui être bénéfique dans certains cas (*Jose et al. 1995 ; Burgess et al. 2004*). Cependant, avec les années, le rendement des cultures est souvent appelé à décliner, au fur et à mesure que les arbres croissent.

En générale, la productivité des cultures intercalaires est davantage affectée à proximité des arbres, là où les relations de compétition pour la lumière, l'eau et les éléments minéraux du sol sont les plus critiques. On distingue essentiellement deux grands types d'interactions écologiques entre arbres et cultures :

i. Interactions aériennes : Elles sont liées à l'ombrage des arbres et au microclimat de l'association (température, humidité de l'air, vitesse du vent, etc.).

ii. Interactions souterraines : Elles sont généralement abordées en termes de compétition pour l'eau et les éléments minéraux, de remontée biologique des nutriments via les racines des arbres et de fixation de l'azote atmosphérique (*Ong et al. 1991 ; Baldy et al. 1993 ; Ong et Huxley 1996 ; Jose et al. 2004*).

L'ombrage des arbres ne se traduit toutefois pas toujours par une diminution de rendement des cultures associées. On sait notamment que certaines plantes fourragères, peuvent présenter une biomasse totale et un contenu total en protéines supérieurs, sous un certain ombrage, à ceux observés en pleine lumière (*Lin et al ; 1999*).

V. OLIVIER

1. Taxonomie de l'olivier

L'olivier a été nommé *Olea europaea* par Linné, en 1753, arbres fruitier appartenant à la famille des Oléacées qui englobe environ 30 genres et 600 espèces dans la majorité est rarement cultivée (*Cronquist ; 1981*).

Embranchement Spermatophyta
 Sous-embranchement Angiospermae
 Classe Dicotyledonae
 Sous-classe Gamopétales
 Ordre Gentianales
 Famille Oleaceae
 Genre *Olea L.*
 Espèce. *Olea europaea L.* [8]

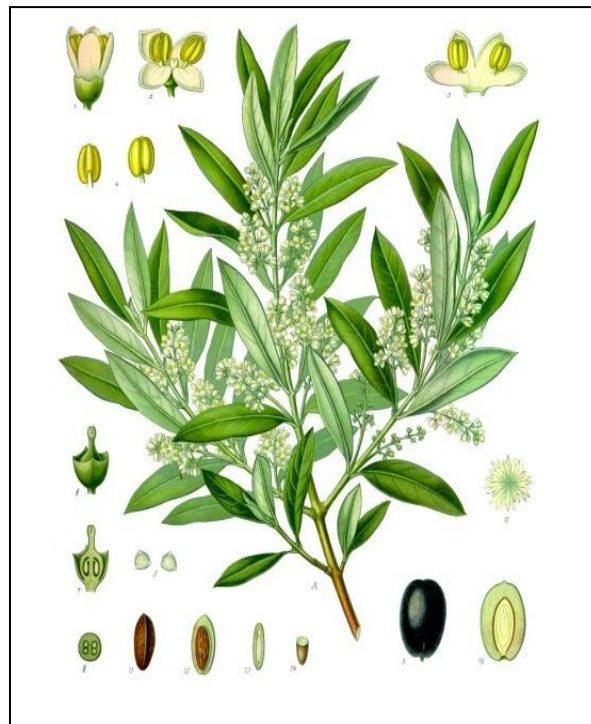


Figure 1 : Planche d'illustration des différentes parties de l'*Olea europaea* par (*Franz Eugen Köhler 1753*)

2. Olivier au Maroc

L'oléiculture est considérée comme un des principaux secteurs de l'agriculture marocaine. Se classant au 6ème rang mondial en superficie. Il est donc naturel de trouver cet arbre au Maroc où il est présent depuis des siècles. Cultivé surtout traditionnellement jusqu'à ses dernières années, L'olivier peut pousser au Maroc sur une grande partie du territoire sauf en bordure côtière et régions désertiques (*El Mouhtadi et al ; OCL 2014*).

L'oléiculture, secteur clé de l'agriculture marocaine, constitue une spéculation intéressante pour le développement de l'arboriculture dans un contexte de changement climatique et de manque d'eau d'irrigation. L'olivier, arbre mythique, occupe actuellement le premier rang des espèces arboricoles cultivées au Maroc. Générant une production de 1 500 000 tonnes d'olives et de 160 000 t d'huile d'olive (*MAPM, 2014*), cette culture contribue à hauteur de 5% du PIB national. La superficie de l'olivieraie marocaine a connu une extension rapide en passant de 350 000 ha en 1992 à environ un million d'ha en 2014 (*MAPM, 2014*).

3. Localisation de l'olivier au Maroc

Bien que l'olivier intéresse tout le territoire national, la répartition géographique de ce patrimoine fait ressortir trois grandes zones oléicoles bien distinctes :

Tableau 1 : la répartition et Superficie des cultures en (ha) au Maroc (*MADRPM ; 2016*).

Zone	Superficie en (ha)	localité
montagne	250 000 (37%)	Taounate, Taza, Ouezzane, Chefchaouen, Azilal, Khénifra, Al hoceima, Amizmiz...
Irrigué(*)	250 000 (37%)	Haouz, Tadla, Oasis...
Bour favorable	180 000 (18%)	Meknès, Fès, Sefrou, El Hajeb, Gharb, Loukkous...

(*) : La superficie oléicole irriguée est répartie comme suit :

- 40 000 ha dans les zones d'action des Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole recevant une irrigation pérenne.

- 210 000 ha, est conduite en irrigation d'appoint (*MADRPM ; 2016*).

4. Mode de vie de l'olivier

Grâce à ses caractéristiques xérophytiques, l'olivier tolère la sécheresse (*Eunice et al ; 2007 ; Patumi et al ; 2002*) et sa culture réussie en zone pluviale (pluviométrie 400 mm/an). Il peut supporter des froids de 7°C à 8°C au-dessous de zéro, et même des froids plus intenses. Les apports d'eau d'irrigation améliorent ses rendements et ses besoins en eau dépendent des hauteurs pluviométriques de la zone de culture. Au niveau de la rive sud méditerranéenne, ces besoins sont de l'ordre de 540 à 600 mm respectivement au Maroc (*Haouz*) (*Aganchich et al, 2008*).

VI. Fève

1. Taxonomie de la fève

La fève (*Vicia faba L*) est une espèce qui appartient à la famille des fabaceae. La classification interspécifique de *Vicia faba L*. est basée principalement sur la taille de la graine. *Muratova* (1931) a distingué deux sous-espèces : paucijuga et eu-faba. *Hanelet* (1972) a déterminé deux sous-espèces : *Vicia faba faba* et *Vicia faba minor*.

La classification de la fève d'après Dajoz (2000) :

EmbranchementSpermaphytes
Sous-embranchement Angiospermes
ClasseDicotylédones
Sous-classe Dialypétales
Ordre Rosales
Famille.....Fabacées (légumineuses)
Sous-famillePapilionacées
Genre*Vicia*
Espèce*faba*



Figure2 : Planche d'illustration des différentes parties de *Vicia faba L.* (*Wilhelm, 1885*)

2. Fève au Maroc

Principale légumineuse alimentaire au Maroc, la fève occupe 43% de la superficie emblavée en légumineuses alimentaires. Elle est suivie du pois chiche (19%), de la lentille (14%) et du poids (9%) (*MADRPM ; 2002*). Grâce à ses multiples rôles sur le plan agrobiologique et socio-économique la fève reste une composante essentielle dans les systèmes de production agricoles marocains. En plus de ses intérêts agro-économiques, la fève constitue l'une des principales sources de protéines pour la consommation humaine et animale. Sa richesse en protéine est de l'ordre de 25 à 35 % (*Bond et al ; 1980*). Elle contribue à combler le déficit protéique des régimes alimentaires à base des céréales de la majorité des familles marocaines.

3. Production et rendement de la fève au Maroc

Au Maroc, la production de la fève se trouve concentrée dans deux zones principales, à savoir le Sais et le pré-Rif (Ouazzane, Chefchaouen, Taounate, Taza) et dans la région ouest centrale du pays (Chaouia, Abda et Dokkala). La production moyenne annuelle de la fève est de l'ordre de 152 000 t, fluctuant entre un maximum de 345000 t récolté en 1974 et un minimum de 16000 t obtenu en 1993. Le rendement moyen national reste très faible (820 kg/ha) et très variable, entre 1520 kg/ha obtenu en 1974 et 180 kg/ha en 1993 (*MADRPM ; 1999*).

4. Intérêt écologiques de la fève :

L'avantage agronomique principal de la fève est sa capacité de fixer l'azote. Ce facteur est limitant dans la plupart des régions du monde. Cela est dû à son coût élevé sous forme d'engrais. La capacité de la fève, à établir une symbiose fonctionnelle avec les espèces *Rhizobium*, constitue une alternative plus économique réduisant leurs exigences vis-à-vis de l'azote du sol et contribue ainsi à l'enrichissement du sol en matière azotée et au maintien de sa fertilité (*Hardarson et al, 1991 ; Schwenke et al, 1998 ; Turpin et al, 2002*). Les *Rhizobium* infectent le système racinaire pivotant de *Vicia faba*. Nodosités sur les racines en pénétrant par les poils racinaires et se transforment en « bactéroïdes » de plus grande taille (*Marschner and Timonen, 2005*). C'est ainsi qu'elle permet d'améliorer les performances des cultures qui la suivent en augmentent la teneur du sol en azote (e.g. *El-Wakeil and El-Sebai ; 2007*).

I. Localisation et utilisation des terres du domaine de Douyet :

Situé dans la province de Moulay Yacoub, à 9 km de Fès, le domaine de Douyet permet au CRRA de Meknès d'avoir une implantation dans les conditions de la plaine de Saïs, qui est une des principales zones de grandes cultures du Royaume. (Kajji, 2002)

Ce domaine de 430 ha, dont 400 ha de SAU, a pour vocation d'abriter les expérimentations sur les grandes cultures de plaine, notamment les céréales d'automne, les oléagineux, les légumineuses alimentaires et les fourrages (figure 3) (Kajji, 2002).

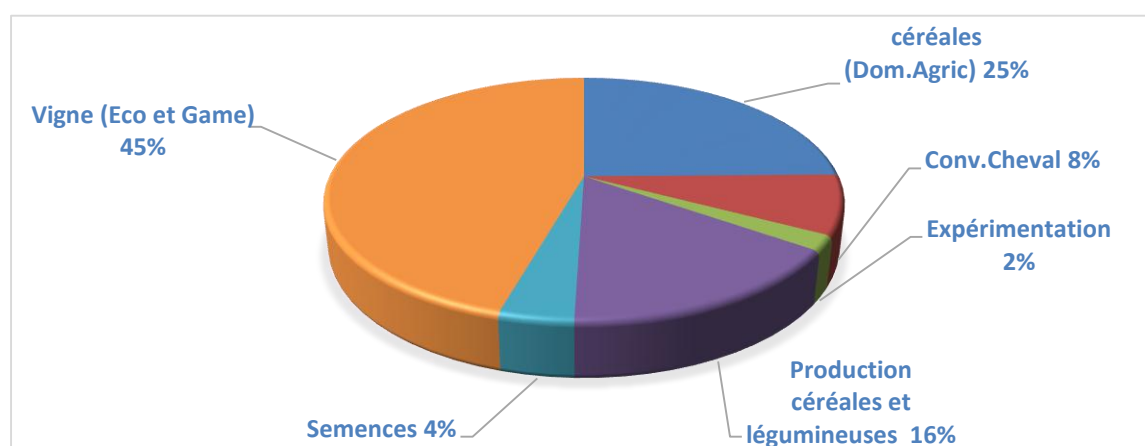


Figure3 : Utilisation des terres du domaine de Douyet (Kajji, 2002).

1. Localisation des essais expérimentaux :

Les essais sont installés sur le domaine expérimental de Douyet relevant de l'Institut National de la Recherche Agronomique (Bour favorable de la plaine de saïs). Ce domaine est caractérisé par une latitude 34°02N, longitude 5°02W, avec une altitude de 416 m au-dessus du niveau de la mer.

2. Conditions climatiques et pédoclimatiques du domaine expérimental de Douyet

- Sol argilo-calcaire, très fertile et bien profond.
- Pluviométrie moyenne (sur 40 ans) :510 mm, avec un maximum de 1006 mm en (1962-1963) et un minimum de 203 mm en (1992-1993).

•Températures du type méditerranéen :

- hivers froids
- étés chauds et sec
- maximum de te température 46°C et minimum -5°C
- moyenne oscillant entre 10°C et 27°C

3. Régime pluviométrique et Thermique

D'après la figure 4 : La date la plus pluvieuse enregistrée est le 16 décembre avec une précipitation de 64 mm. La date (17-avril 2017) la plus chaude de la campagne est d'une température de 27,5 °C, caractérisée par des précipitations à l'ordre de 20 mm. Les températures minimum correspondent à la valeur 3,5°C mentionnée le 17 janvier 2017 avec des précipitations de 17 mm.

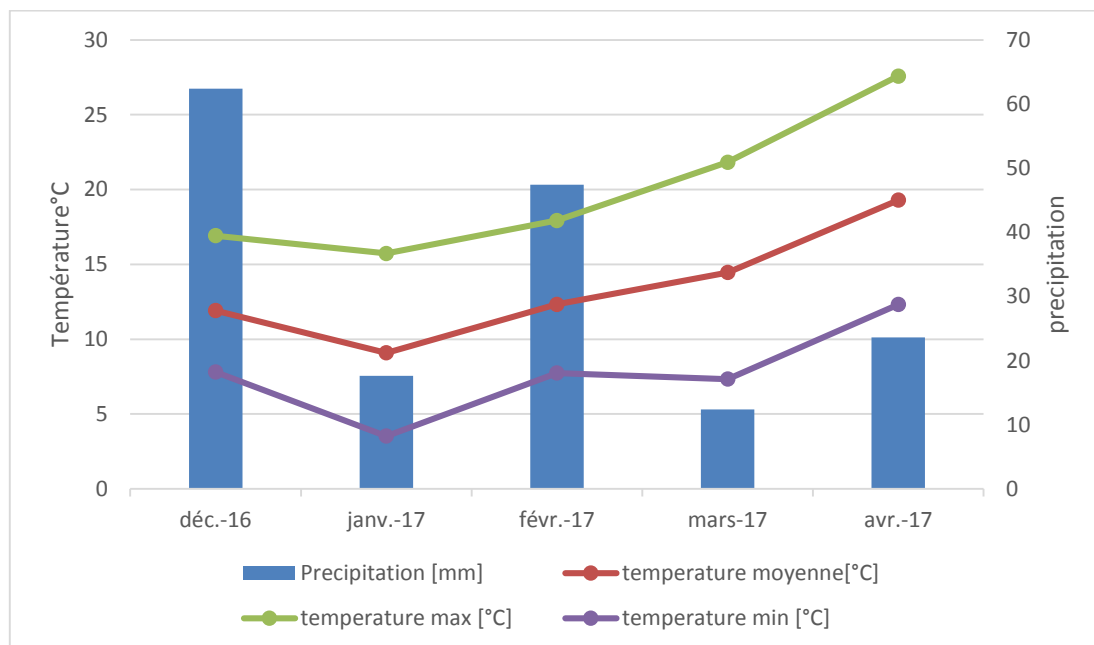


Figure 4 : Variations des températures et de la pluviométrie au niveau de la station météorologique de Douyet pour la campagne 2016/2017.

4. Itinéraire technique : (tableau 2)

Tableau 2 : Itinéraire technique du domaine expérimental de Douyet

Travail du sol	Traçage des lignes	Engrais de fond	semis	désherbage	Traitement orobanche	insecticide
Cover-crop croisé	Mécanique avec un traceur	Triple super phosphate (TSP) (1q/ha)	Variété Aguadulce 2Qx/ha	Manuel	Deux traitements à base de (round up 165 cc/ha)	Deux traitements contre les pucerons à base de perimor
8/10/2016	2/12/2016	2/12/2016	2/12/2016	31/01/2017	13/03/2017 28/03/2017	07/03/2017 15/04/2017

II. Modalités d'expérimentation :

1. Matériel végétal :

- La Fève cultivée (*vicia faba*), variété : *Aguadulce*
- Olivier *Olea europaea*, variété : *Picholine marocaine* (âgé de plus de 50 ans)

2. Matériel utilisé :

- Thermomètre
- Décamètre
- Balance

3. Protocole expérimental :

Pour réaliser ce travail un essai a été installé au niveau du domaine expérimental de Douyet de INRA.

La culture de la fève est installée en intercalaire dans une oliveraie dans 4 essais expérimentaux, ainsi que la culture pure (culture sans arbre), au sein du domaine expérimental de Douyet relevant de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).

4. Dispositif expérimental :

La figure 5 présente le dispositif expérimental qu'est de type (BAC) avec quatre répétitions, les lignes de semis sont orientées EST-OUEST. Constituer de 11 lignes de culture de la fève. La distance entre arbre –premier ligne de culture est de 2 mètre, et la distance entre deux lignes de culture est 50 cm.

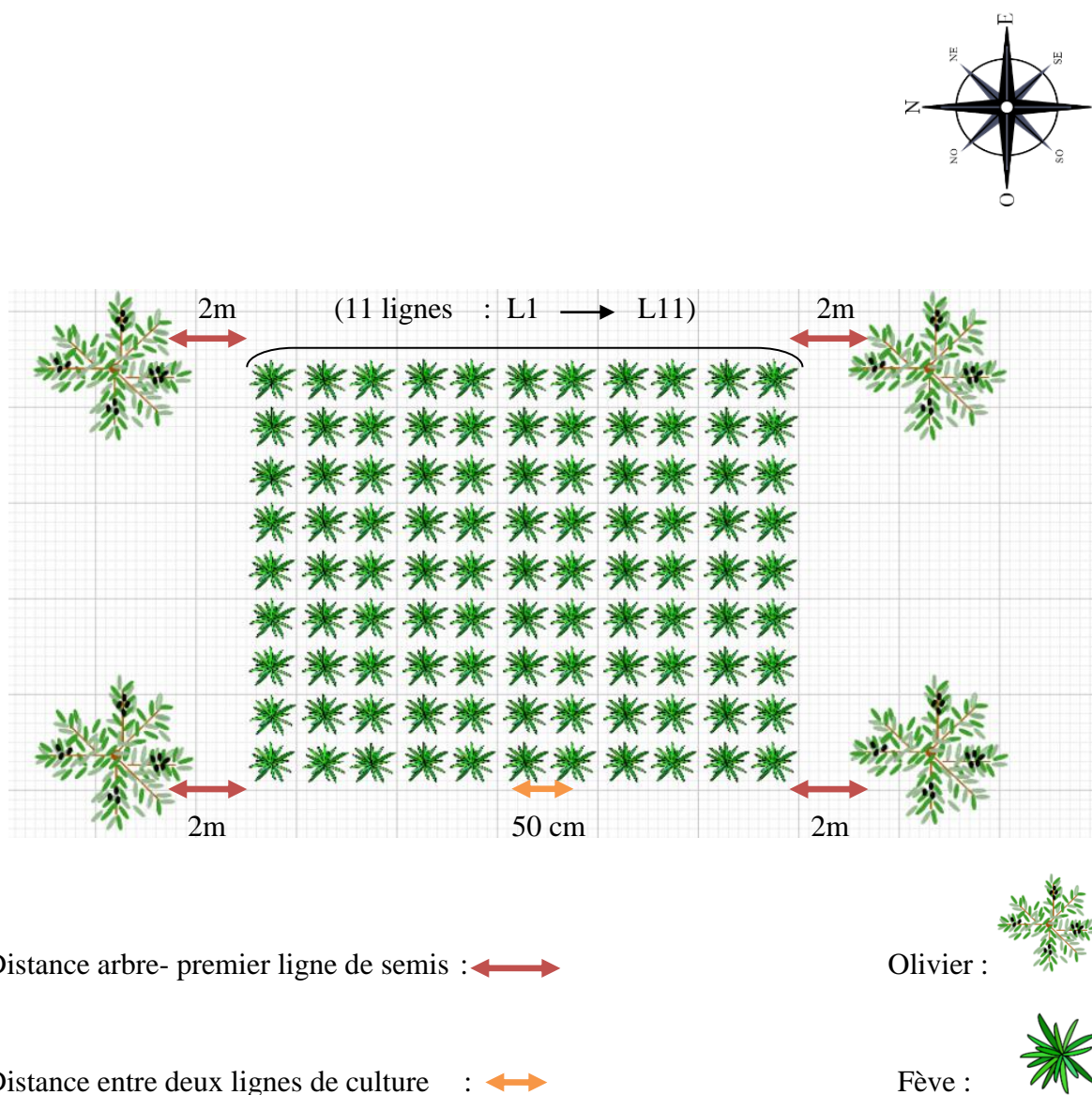


Figure 5 : Dispositif expérimentale du système de culture en intercalaire (olivier-fève) orienté Est-Ouest.

III. Mesures et observations :

Les mesures faites pour la culture intercalaire et la culture pure sont résumées dans le tableau suivant (tableau 3) :

Tableau 3 : Paramètres observés sur la culture intercalaire et la culture pure :

Paramètres	Culture intercalaire	Culture pure
Température foliaire	Nous avons pris la température foliaire avec un thermomètre de 5 plantes pour chaque ligne de semis et à chaque fois les mesures sont faites entre deux troncs consécutifs d'arbres d'olivier.	Nous avons pris la température foliaire pour chaque mètre carré d'une façon aléatoire.
Hauteur	Nous avons pris la hauteur pour 5 plantes de chaque mètre linéaire de chaque ligne de semis.	Nous avons pris 5 plantes aléatoire pour un mètre carré.
Tige	Nous avons compté le nombre de tige de 5 plantes de chaque mètre linéaire.	Nous avons compté le nombre de tige de 5 plantes aléatoire pour 1 m carré.
Gousse et graine	Nous avons compté le nombre de gousse et graine de chaque mètre linéaire dans les 11 lignes de semis.	Nous avons compté le nombre de gousse et de graine dans 1 m carré.
Biomasse totale	Nous avons pesé la biomasse de chaque mètre linéaire pour chaque ligne de semis.	Nous avons pesé la biomasse totale dans 1 m carré.

I. Température foliaire de la fève en fonction de la distance arbre-ligne de semis

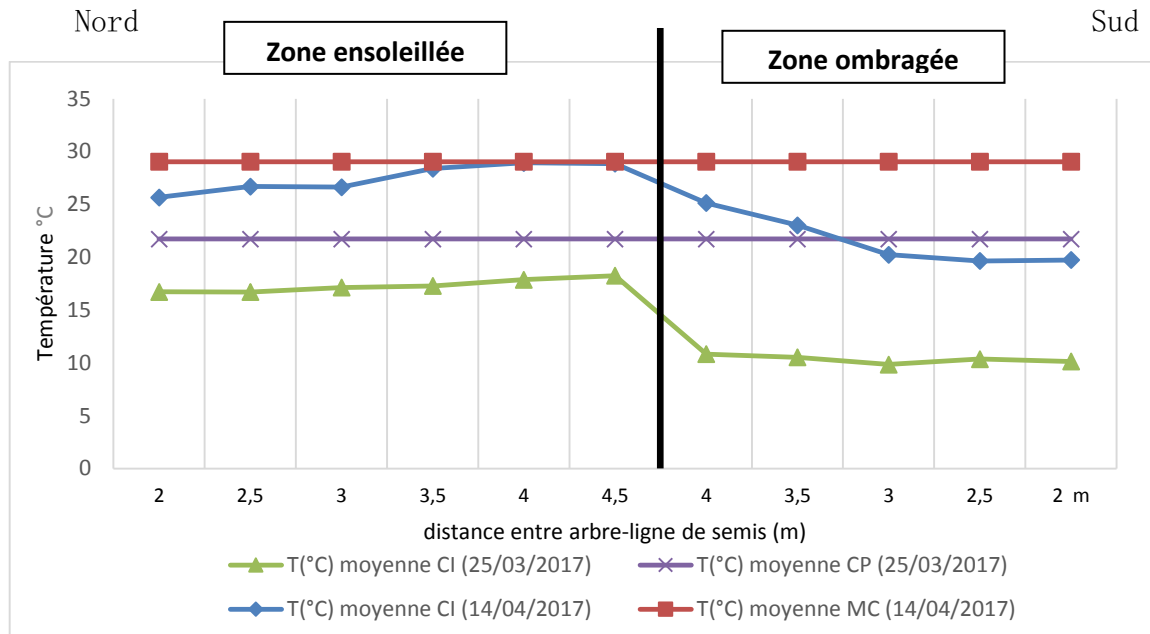


Figure 6 : Variation de la température foliaire moyenne de la fève en fonction de la distance entre arbre ligne de culture dans différentes dates.

Les températures foliaires des cultures de fève montrent les mêmes évolutions pour les deux modes de culture. En effet, pour la première date (25/03/2017) le maximum de température foliaire pour la première date de mesure est de 18°C enregistrée à 4 m et 4,5 m loin des frondaisons alors que le minimum de température foliaire est de 10°C enregistrée à 3 m et 2 m au sud de la parcelle. La température foliaire moyenne de la culture pure est toujours élevée (21,7 °C) par rapport à la température foliaire de la culture intercalaire (figure6).

Pour la deuxième date de mesure (14/04/2017), la température foliaire maximale est de 29°C enregistrée aussi à 4 m et 4,5 m loin des frondaisons des arbres, alors que le minimum est enregistré à 3 m et 2 m au sud de la parcelle (zone ombragée). La température foliaire moyenne de la culture pure (29 °C) correspond au maximum de la température foliaire de la culture intercalaire (figure 6).

On remarque au fur et à mesure que l'on se déplace de la zone ensoleillée vers la zone ombragée, la température foliaire diminue quelle que soit la date de mesure considérée. La température foliaire élevée dans les lignes de culture éloignées des arbres peut être expliquée par l'effet direct de l'ensoleillement sur la culture de la fève. On peut conclure que les arbres de l'olivier permettent d'intercepter et de diminuer les rayonnements solaires et de créer un microclimat dans le cas d'une haute température.

II. Hauteur moyenne des plantes dans différents stades végétatifs

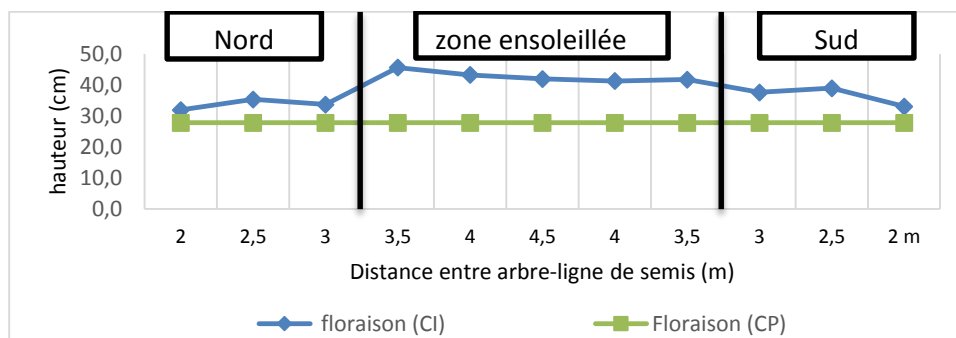


Figure 7 : Hauteurs moyenne des plantes (cm) au stade floraison

Au stade floraison, on remarque que la hauteur moyenne des plantes dans la culture intercalaire est supérieure à celle de la culture pure, en effet la hauteur maximale est de 45,7 cm rencontrée dans la distance 3,5 m au nord de la parcelle alors que la hauteur minimale des plantes est d'environ 32 cm rencontrée à 2 m près des frondaisons. On remarque qu'en s'éloignant des arbres, la hauteur des plantes augmente progressivement (figure7). La hauteur moyenne des plantes dans la culture pure est faible (27,8 cm) quelle que soit la ligne de semis dans la culture intercalaire. On pourrait dire qu'au stade floraison la fève préfère des conditions de température légèrement faible pour sa croissance, ces conditions sont favorisées par le microclimat créé par les arbres dans la culture intercalaire.

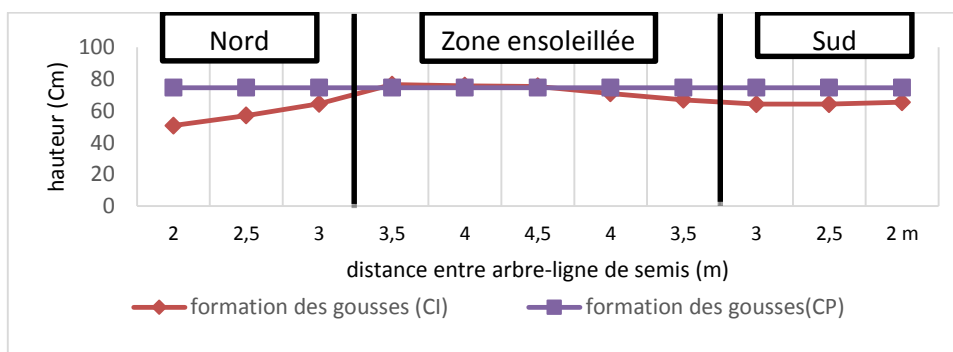


Figure 8 : Hauteur moyenne des plantes (cm) au stade formation des gousses

Au stade formation des gousses, quelle que soit la ligne de semis considérée dans la culture pure, la hauteur moyenne des plantes est de 74,5 cm. Dans la culture intercalaire on remarque que la hauteur maximale des plantes (74,5 cm) correspond à la hauteur moyenne des

plantes de la culture pure. On peut constater qu'on se retrouve de nouveau dans les conditions de la culture pure, alors que la hauteur minimale (50cm) se situe au nord de la parcelle (figure 8). On peut conclure que la croissance de la fève nécessite des rayonnements solaires suffisants ainsi qu'un apport d'eau important.

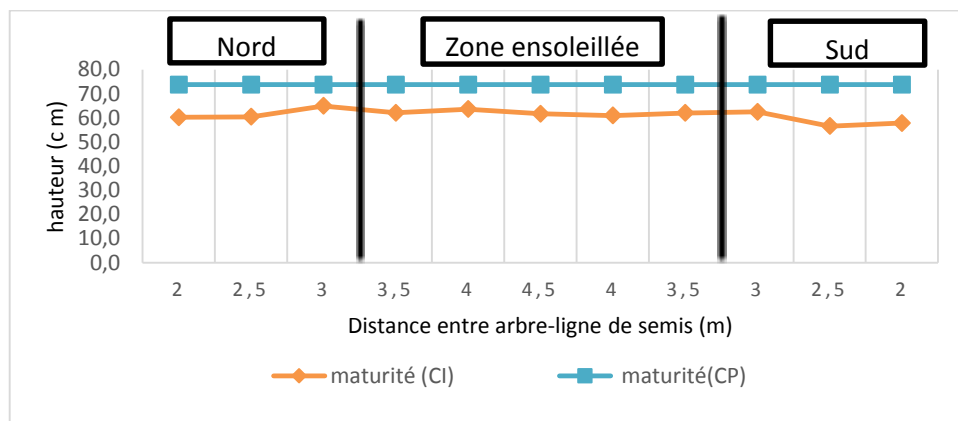


Figure 9 : Hauteur moyenne des plantes (cm) au stade maturité

Au stade de maturité, on remarque que la hauteur moyenne des plantes de la culture pure est supérieure à celle de la culture intercalaire (73,8cm) quelle que soit la distance des lignes de semis. Alors que pour la culture intercalaire, on note toujours une diminution de la hauteur des plantes pour les échantillons près des frondaisons des arbres (figure9).

Dans tous les stades de croissance de la fève, on remarque généralement au fur et à mesure qu'on se rapproche de la frondaison des arbres, la hauteur des plantes diminue. Cette dernière serait due à la concurrence entre la culture de la fève et les arbres d'oliviers vis-à-vis des substances minérales et de l'eau. Aussi des études montrent que la modification du microclimat résultant de la présence des arbres dans les champs peut aussi influencer la productivité et la croissance des cultures intercalaires, en limitant les stress thermique (Jose et al. 2004).

1. Variation de la hauteur moyenne des plantes (cm) au cours du temps

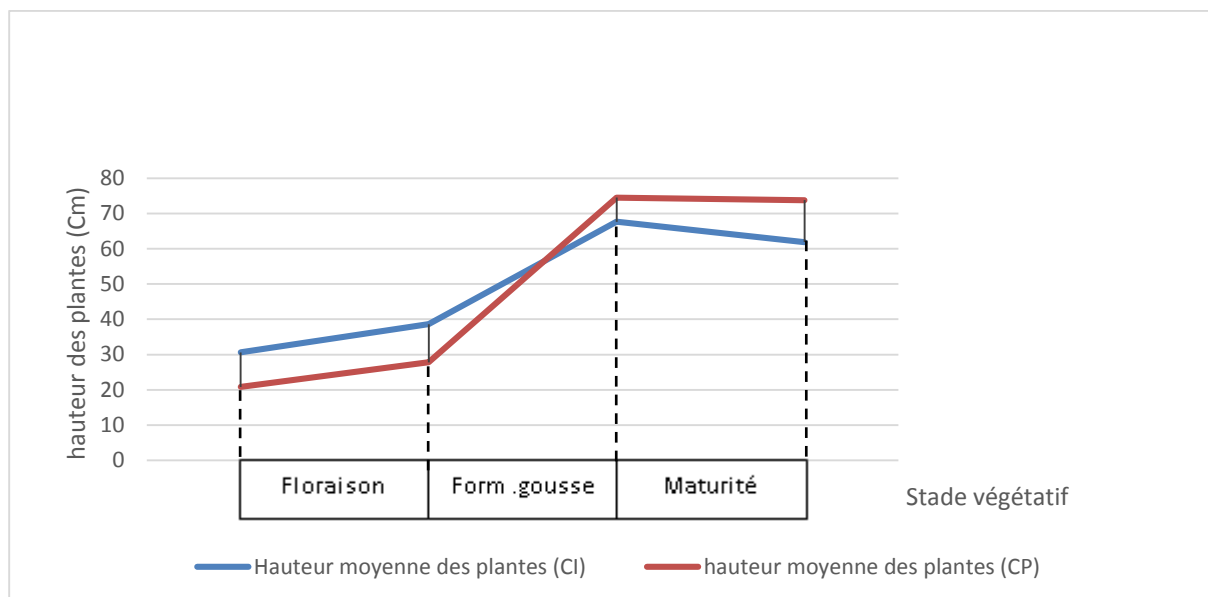


Figure 10 : Variation de la hauteur moyenne des plantes (cm) au cours du temps

▪Pendant le stade floraison, la vitesse de croissance de la culture intercalaire est plus élevée que celle de la culture pure. On peut dire qu’au stade floraison les arbres de l’olivier ont un impact positif sur la croissance de la fève, ou bien la fève a un besoin d’apport d’eau et d’éléments nutritifs légèrement faible dans ce stade (figure 10).

▪Au stade formation de gousses : on note que la vitesse de croissance au cours du temps de la culture intercalaire diminue par rapport à la vitesse de croissance de la culture pure (figure10). Donc on assiste à l’effet dépressif des arbres de l’olivier sur la culture de la fève.

▪Au cours du stade maturité chez la culture pure, la vitesse de croissance demeure constante, alors que chez la culture intercalaire la vitesse de croissance a connu une légère diminution en fonction du temps. Cela est dû au flétrissement des plantes par perte d’eau. Des études faites par (*Dantuma and Thompson ; 1983*) ont montrés que pendant les premiers stades de la croissance végétative, il existe une corrélation linéaire entre l’accumulation de matière sèche et le nombre de plantes par un mètre linéaire. Les indices de croissance demeurent similaires. Après un certain point, la concurrence se produit entre les plantes et les arbres pour la lumière et d’autres ressources, entraînant une diminution de la croissance relative des plantes en intercalaire.

2. Nombre de tiges par plante en fonction de la distance entre arbre-ligne de semis

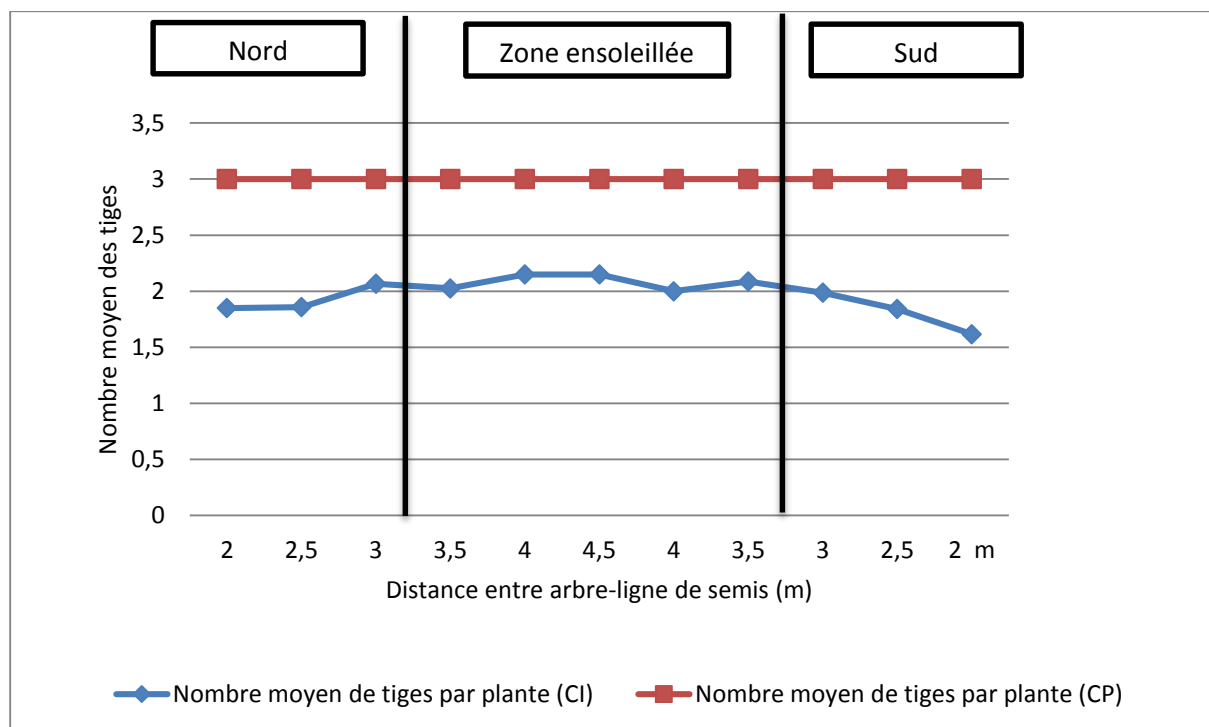


Figure 11 : Variations de nombre de tiges par plante en fonction de la distance entre arbre-ligne de semis

Le nombre moyen de tiges le plus élevé est de 2,1 rencontré à 4m et 4,5m dans la zone éloignée de la frondaison dans la culture intercalaire. Le nombre de tiges dans chaque plante commence à diminuer en se rapprochant de la zone sud de la parcelle. Donc, ceci pourrait être dû à la compétition exercée par les arbres sur le développement des tiges par l'effet de la diminution des rayonnements solaires et de l'eau dans les zones situées près des arbres (figure11).

Dans la culture pure le nombre moyen des tiges est de 3 tiges par plante. On peut conclure que la présence des arbres diminue le développement des tiges de la fève par l'effet de la compétition exercée par les arbres de l'olivier. Coelho and Pinto (1989) ont déduit que les conditions météorologiques et le manque de l'eau pendant la croissance végétative sont d'une grande importance pour la capacité compensatoire des fèves en culture intercalaire, car elles affectent le nombre de tiges par plante.

3. Nombre moyen des gousses et des graines en comparaison avec la culture pure

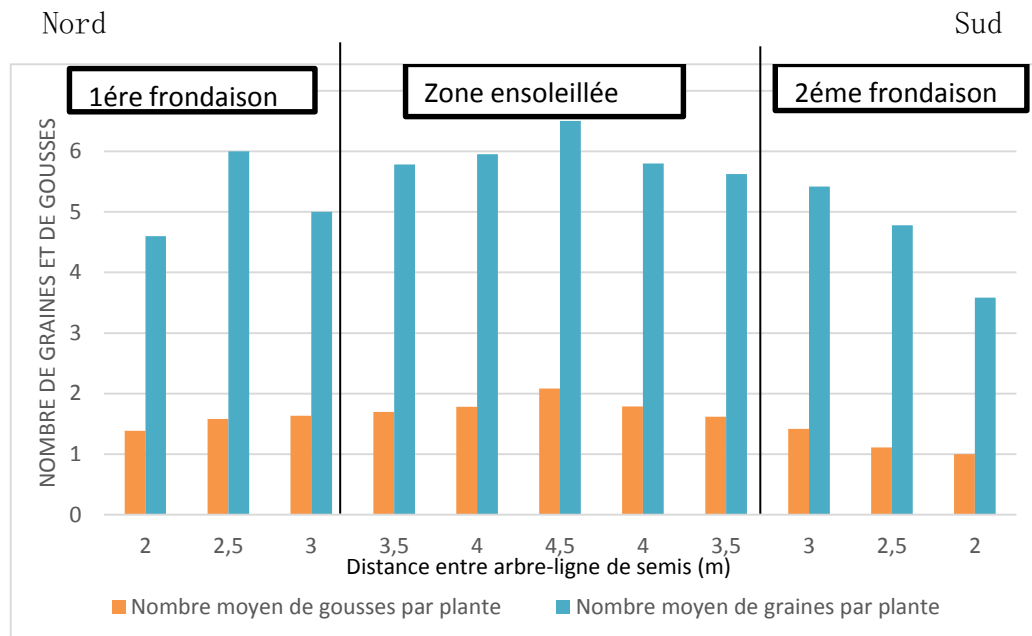


Figure 12 : Nombre moyen des gousses et des graines en fonction de la distance arbre-ligne de semis

Chez la fève le nombre des graines est proportionnel au nombre de gousses. On note un nombre de graines maximal d'environ 7 graines correspondant au nombre maximal de gousse qui est d'environ 2 gousses obtenues à une distance de 4,5 m dans la zone ensoleillée, tandis que le nombre minimal est d'environ 4 graines correspondant au nombre minimal de gousses qui est d'une gousse obtenue à de 2 m au sud de la parcelle (figure 12).

En se déplaçant de la partie ombragée vers la partie ensoleillée, on remarque que le nombre de graines et de gousses par mètre linéaire augmente, à l'exception de la distance 2,5 m au Nord de la parcelle, on assiste à une augmentation du nombre de graines, les effets dépressifs de l'olivier sur le rendement des cultures annuelles sont en accord avec les résultats de plusieurs travaux antérieurs tels que de *Daoui et al, 2014*, et aussi *Simpson et al, 1999*.

4. Poids total de la biomasse en (g) dans la culture intercalaire

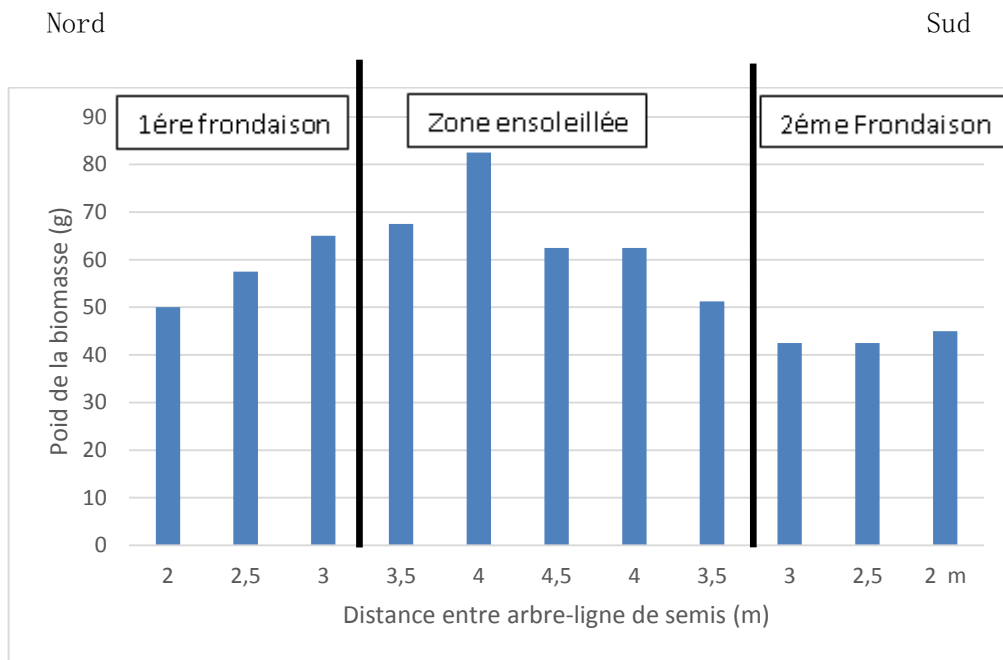


Figure 13 : Poids total de la biomasse en (g) dans la culture intercalaire en fonction de la distance arbre-ligne de semis (m)

La biomasse totale maximale est de 82,5 g obtenue à une distance de 4 m dans la zone ensoleillée, tandis que la biomasse totale minimale est de 42 g obtenu à 3 m au sud de la parcelle à côté de la deuxième frondaison (figure 14).

D'après la figure 14, on remarque que la biomasse totale est relativement faible dans les lignes qui sont sous les frondaisons. Aussi, en se déplaçant de la partie ombragée vers la partie ensoleillée, la biomasse totale augmente, ceci peut être expliqué par la compétition de l'arbre avec les plantes de la fève vis-à-vis de l'eau, la lumière et les éléments minéraux. Des résultats similaires ont été rapportés par *Daoui et al (2012)* dans deux localités différentes (Ouazzane et Taounate) concluant que les cultures intercalaires développent une biomasse relativement faible autour des troncs des arbres, sous l'effet de l'ombrage des arbres.

Le présent travail est une contribution à l'étude du comportement de la culture de la fève avec les arbres d'oliviers.

Dans les conditions des essais, nous avons constaté que la performance des paramètres mesurés (Température foliaire, hauteur des plantes, nombre de tiges, nombre de gousses et de graines et le poids de la biomasse) augmente tout en se déplaçant de la partie ombragée vers la partie ensoleillée, et cela est expliqué par l'augmentation de la compétition des arbres avec les plantes des cultures intercalaires vis-à-vis de la lumière, l'eau, et les éléments minéraux.

Les mesures que nous avons faites de la température foliaire ont montrés, qu'on se déplaçant de la zone ensoleillé vers la zone ombragée, la température diminue. Cela a montré que l'ombrage de l'olivier joue un rôle important dans la diminution de la température, et ce qui peut créer un microclimat favorable au développent des cultures intercalaires en période des hautes températures, et qui jouer aussi un rôle important dans la production des cultures en période sécheresse par le phénomène de diminution de la température et donc diminution de l'évapotranspiration des plantes et augmentation de la rétention de l'eau.

En ce qui concerne la comparaison entre les deux cultures, pour les paramètres étudiés : la hauteur moyenne, le nombre moyen de tiges et le poids de graines, ils sont toujours supérieurs dans la culture pure par rapport à la culture intercalaire.

L'association des arbres de l'olivier avec la culture annuelle de la fève n'est pas bénéfique à cette dernière, c'est pourquoi qu'on observe une diminution de la production de la culture intercalaire par rapport à la culture pure. Ceci est expliqué par l'effet de la compétition créée par l'oliveraie, qui est absente chez la culture pure.

Burgess et al. 2004. Agrofor. Syst. 63. Lundgren, B. 1982. Introduction [Editorial]. Agroforestry Systems

Institute for développement ; Marseille, France, (1992). Traditionnelles méditerranéennes, 1st Ed.

Dr Khalid Daoui, Chercheur, Agronomie – CRRA Meknès L'agroforesterie ou l'art de combiner des arbres et des cultures – Par « **INRA Meknès Magazine** » Publié le 17 avril 2014 par Bahri.

Éric ROOSE, Mohamed SABIR, Abdellah LAOUINA <IRD Éditions> INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT Marseille, 2010) Gestion **durable des eaux et des sols au Maroc Valorisation des techniques** traditionnelles **méditerranéennes.**

De Baets et al, 2007. Ibid Pratiques_agroforestières - MAPAQ

Agriculture et Agroalimentaire Canada (2010). Les systèmes de cultures intercalaires avec arbres feuillus. Jumeler production de bois et production agricole tout en protégeant l'environnement.

Dr Abdellah Kajji, Dr Abdellah Kajji, Agrophysiologie (Coordinateur URAPV) – CRRA Meknès « **INRA Meknès Magazine** » février 2016

Issam El Mouhtadi, Mohamed Agouzzal et François Guy2 ; CROPS AND SUPPLY CHAIN IN AFRICA La filière oléagineuse en Afrique, Société POLYVERT, OCL 2014, 21(2) D203. Published by EDP Sciences 2014-DOI : 10.1051/ocl/2013053

Hadiddou A.1, Oukabli A.1, Moudaffar C.2, Mamouni A.1, Gaboun F.3, Mekaoui A.1, H'ssaini L.1, El Fechтали M. Evaluation des performances de production de 14 variétés d'olivier (*olea europaea* L.) Nationales et méditerranéennes dans deux systèmes contrastés de culture (pluvial et irrigué) au Maroc-Al AwAmiA 127 - Année 2013

Professeur Isabelle Fourasté-Etude botanique "L'Oliver" Faculté des Sciences Pharmaceutiques de Toulouse Août 2002 - Réalisation et impression : SIA Lavour

MADRPM. 1999. AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DE LA FÈVE ET FÉVEROLE. Filière des Légumineuses Alimentaires : Situation Actuelle et Plan d'Action. MADRPM et GTZ, Rabat, Maroc. pp. 139

MADRPM., 2002. Statistiques du Ministère de l'Agriculture, de Développement Rural et des Eaux et Forêts. Maroc

Ulrich Ko, Thomas Nemecek – Institute of Organic Agriculture, University of Bonn, Katzenburgweg, Ecological services of faba bean D-53115 Bonn, Germany b Agroscope Reckenholz-Tañikon Research Station ART, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zurich, Switzerland (ELSEVIER Field Crops Research 115 (2010) 217–233)

David Rivest, 2008_cultures intercalaires avec arbres feuillés : effet sur la disponibilité de la lumière, la qualité du sol est la productivité de plantes associées (département de la phytologie faculté de sciences de pathologie et de l'alimentation université laval Québec.

F.J. Lopez-Bellido a, L. Lopez-Bellido b, R.J. Lopez-Bellido ; Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.); *Europ. J. Agronomy* 23 (2005) 359–378, Elsevier February 2005.

Graves, A.R, Burgess, P.J, Palma, J.H.N, Herzog, F, Moreno, G, Bertomeu, M, Dupraz, C, Liagre, F, Keesman,K, van der Werf, W, Koeffeman de Nooy, A, van den Briel, J.P. 2007. Development and application of bio-economic modelling to compare silvoarable, arable, and forestry systems in three European countries. *Ecological Engineering* 29 : 434-449.